

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number :

58-125974

(43) Date of publication of application : 27.07.1983

(51) Int.Cl.

H04N 5/30
H01L 27/14

(21) Application number : 57-008447

(71) Applicant : NEC CORP

(22) Date of filing : 22.01.1982

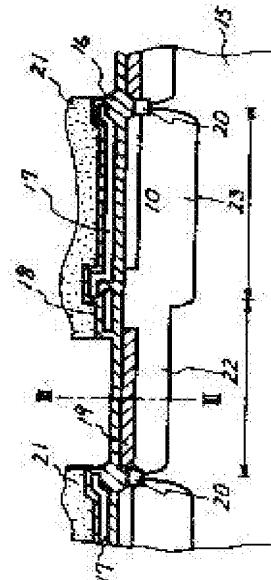
(72) Inventor : AKIYAMA IKUO

(54) PHOTOELECTRIC CONVERSION CONTROLLING METHOD OF SOLID- STATE IMAGE PICKUP DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To ensure an optional control for the photoelectric conversion characteristics of an image pickup device which is free from a blooming phenomenon, by setting the adverse bias voltage obtained at the beginning a charge storing period higher than the voltage obtained at the end of the charge storing period.

CONSTITUTION: Two P type regions 22 and 23 which form a pn junction with an n type semiconductor substrate 15 and have different levels of junction depth are formed on said substrate 15. Then a photoelectric converting element 19 and a vertical shift register 10 are formed to the regions 22 and 23 respectively. In such a constitution, the large adverse bias voltage is held at the beginning of a charge storing period and then charged to the smaller voltage at a time point in mid course of the storing time. As a result, the ratio of the stored charge quantity is compressed to the incident light volume in a certain region. Then this region is saturated. Therefore the range of incident light volume that is capable of image pickup is increased. In other words, the output video amplitude is suppressed down to the prescribed value even in case the contrast ratio of a subject is very large. Thus the white compression, white clipping, etc. is eliminated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑯ 日本国特許庁 (JP)
⑰ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭58-125974

⑤Int. Cl.³
H 04 N 5/30
H 01 L 27/14

識別記号
厅内整理番号
6940-5C
6819-5F

⑬公開 昭和58年(1983)7月27日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭固体撮像装置の光電変換制御方法

東京都港区芝五丁目33番1号日本電気株式会社内

⑮特 願 昭57-8447
⑯出 願 昭57(1982)1月22日
⑰發 明 者 秋山郁男

⑪出願人 日本電気株式会社
東京都港区芝5丁目33番1号
⑫代 理 人 弁理士 内原晋

明 紹 告

発明の名称 固体撮像装置の光電変換制御方法

特許請求の範囲

1. 半導体基板の主面に、前記基板と反対の導電型を形成してなる接合領域で、前記接合深さが浅い第1の領域と、前記接合深さが深い第2の領域を設け、前記第1の領域の主面に光電変換素子群を形成し、前記第2の領域の主面に前記光電変換素子群からの信号を読み出す装置を形成し、前記第1の領域及び第2の領域と前記半導体基板間に逆バイアス電圧を印加することによって、前記光電変換素子群の各々の電位井戸に蓄積できる最大電荷量以上の過剰電荷を前記半導体基板に吸収する固体撮像装置において、電荷蓄積期間の初期における前記第1の領域の障壁電位の高さを電荷蓄積期間の終点時の前記障壁電位より低くすることを特徴とする固体撮像装置の光電変換制御方法。

2. 第1の領域及び第2の領域と半導体基板間

に印加する逆バイアス電圧において電荷蓄積期間の初期より電荷蓄積期間の終点時の高さを低くすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置の光電変換制御方法。

3. 逆バイアス電圧を電荷蓄積期間中に順次低くするよう複数回階段状に変化させることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の固体撮像装置の光電変換制御方法。

4. 逆バイアス電圧を電荷蓄積期間中の任意の時刻から直線状に低くすることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の固体撮像装置の光電変換制御方法。

発明の詳細を説明

本発明は固体撮像装置の光電変換特性を制御する方法に関するものである。

一般に撮像装置においてダイナミックレンジを大きくするために光電変換のガンマ特性を変化させる方法は信号処理または光学素子等を用いて行なわれている。

従来電荷転送装置等に電荷結合素子 (CCD) を用いた撮像装置の光電変換特性制御方法については特開昭50-76918号、或いは1976年アイイーイーイ インターナショナル ソリッドステート サーキット カンファレンス (IEEE International Solid-State Circuits Conference) のダイジェスト オブテクニカル ペーパー (Digest of Technical Papers) 第38頁乃至第39頁 (Method for Varying Gamma in Charge-Coupled Imagers) に見られるようにCCD撮像装置の光情報を蓄積する電荷蓄積電極のバイアス電圧を電荷蓄積期間の初期より終点時の電極電位を大きくすることにより電荷転送撮像装置のダイナミックレンジを広げる方式が提案されている。しかしこの従来の方式において蓄積期間における最大蓄積電荷量は蓄積電極電位によって決まり、最大蓄積電荷量以上の電荷が発生した場合、その電荷は基板内に漏れ出される。しかしこの漏れ出された過剰電荷は基板内を拡散して飽和した絶縁近傍の電

位井戸へ吸収される。これは当業者において知られているブルーミング現象で撮像装置としては好ましくない。蓄積期間の終点近くで蓄積電極の電位を大きくするとして飽和している電位井戸は再び電荷蓄積をする。従って従来の撮像方式による撮像画面を観察すると光強度の高い入射像ではブルーミング現象 (完全に飽和はしていない) の上に光の強い部分の画像が現れるため見苦しい撮像画面になる欠点があった。

本発明の目的はかかる欠点を除いた新規の固体撮像装置の光電変換特性制御方法を提供することにある。

本発明によれば、半導体基板の主面に、前記基板と反対の導電型を形成してなる接合領域で、前記接合深さが浅い第1の領域と、前記接合深さが深い第2の領域を設け、前記第1の領域の主面に光電変換素子群を形成し、前記第2の領域の主面に前記光電変換素子群からの信号を読み出す装置を形成し、前記第1の領域及び第2の領域と前記半導体基板間に逆バイアス電圧を印加することに

よって、前記光電変換素子群の各々の電位井戸に蓄積できる最大電荷量以上の過剰電荷を前記半導体基板に吸収する固体撮像装置において、電荷蓄積期間の初期における前記第1の領域の障壁電位の高さを電荷蓄積期間の終点時の前記障壁電位より低くすることを特徴とする固体撮像装置の光電変換制御方法が得られる。さらに具体的には、逆バイアス電圧を蓄積期間の初期より終点時の方を低くすることにより光電変換特性が制御され、さらには逆バイアス電圧を電荷蓄積期間中に順次低くするよう複数回階段状に変化させることによって固体撮像装置の光電変換特性が制御される。

次に本発明による固体撮像装置の光電変換特性の制御方法について、図面を用いて詳細に説明する。なあここでは説明を簡単にするためNチャネルの半導体装置について述べることにする。

第1図は本出願人による特願55-130517によって提案したインターライン転送方式と呼ばれている固体撮像装置の平面図であり、同一電荷

転送電極群で駆動する複数列の垂直シフトレジスター10と、各垂直シフトレジスターの一端に隣接し、且つ互いに電気的に分離された光電変換部11と、垂直シフトレジスターと光電変換部間の信号電荷転送を制御するトランスマッゲート電極12と、各垂直シフトレジスターの一端に電気的結合した電荷転送水平シフトレジスター13と、水平シフトレジスターの一端に信号電荷を検出する装置14が設けられている。

第2図は第1図に示す撮像装置におけるⅠ-Ⅰ線上における断面を模式的に示したものであり、N型半導体基板15の主面にはこの基板15とp-n接合を形成し且つ、接合深さが異なる二つのP型領域22、23が形成されている。またP型領域22、23の上面には絶縁層16を介して垂直シフトレジスターの電荷転送電極17、光電変換部から垂直シフトレジスターへの信号電荷転送を制御するトランスマッゲート電極18、領域22、23と異った導電型層19で構成される光電変換部が形成されており、光電変換部は隣接する垂直

シフトレジスタと、例えば領域 2 2、2 3 の不純物濃度より高い不純物層をもつチャネルストップ領域 2 0 によって分離されている。また、光電変換部以外は例えば金属層 2 1 で光遮蔽されている。

このようなインターライン転送方式による撮像装置は、光電変換部 1 1 で入射光量に応じて蓄積した信号電荷を、例えばトランスマッピングゲート 1 2 を介してそれぞれ対応する垂直シフトレジスタ 1 0 へ転送する。垂直シフトレジスタへ信号電荷を転送した後、トランスマッピングゲートが閉じられ、光電変換部 1 1 は次の周期の信号電荷を蓄積する。一方、垂直シフトレジスタ 1 0 へ転送された信号電荷は並列に垂直方向に転送し、各垂直シフトレジスタの一水平ライン毎に、水平シフトレジスタ 1 3 に転送される。水平シフトレジスタへ送られた電荷は次の垂直シフトレジスタから信号が転送されて来る間に水平方向に信号電荷を転送し電荷検出器 1 4 から信号として外部に取り出される。

第 3 図は、本発明に最も関係の深い光電変換部 1 9 の動作をさらに詳細に説明するための図で、

第 2 図に示す光電変換部の I-I' 線上、すなわち光電変換部の深さ方向の電位分布を示している。第 3 図の横軸は深さ方向の距離、縦軸は電位を表わしている。今第 2 図に示すチャネルストップ領域 2 0 の電位を基準電位、(この場合 0 ボルト)とする。N 型光電変換部 1 9 はトランスマッピングゲート 1 8 の電位を VTG、トランスマッピングゲートの閾値電圧を VT とする。また P 型領域 2 2 と基板 1 5 に印加する逆バイアス電圧を曲線 3 1 で示す低い電圧 V₁ から、より高い逆バイアス電圧 V₂ にすると曲線 3 2 のように P 型領域 2 2 は完全に空乏化する。光電変換部 1 9 に光が照射され信号電荷が蓄積すると、光電変換部 1 9 の電位は曲線 3 2 から曲線 3 3 のように小さくなつてゆき最終的には曲線 3 4 のように光電変換部 1 9 と P 型領域 2 2 の接合は順方向となり、これ以上光電変換部 1 9 で発生した電荷は P 型領域 2 2 を介して基板半導体 1 5 へ流れ込む。すなわち第 2 図で示すトランスマッピングゲート 1 8 直下、チャネルストップ領域 2 0 直下、お

より図示していないが光電変換部 1 9 を囲む全ての領域の表面電位より光電変換部 1 9 と P 型領域 2 2 の接合電位が高くなるように基板半導体と P 型領域 2 2 に逆バイアス電圧を印加することにより、光電変換部 1 9 で発生する過剰電荷は完全に基板半導体へ引き出しができ、高輝度被写体撮像時のブルーミング現象を完全に抑制することができる。また蓄積時間を一定としたときの入射光量に応じて光電変換部 1 9 に発生蓄積される信号電荷量とは比例する。すなわちガンマは 1 であることも知られている。

次に、P 型領域 2 2 と基板 1 5 に印加する逆バイアス電圧を曲線 3 4 で示す高い電圧 V₂ から低いバイアス電圧 V₁ にすると、光電変換部の深さ方向の電位分布は曲線 3 5 のようになる。すなわち、曲線 3 5 の状態では曲線 3 4 の状態に比べて、光電変換部 1 9 にさらに多くの信号電荷が蓄積可能である。このことは、P 型領域 2 2 と基板 1 5 に印加する逆バイアス電圧を適切に変化させることにより、光電変換部 1 9 に蓄積される最大電荷

量を任意に制御できることを示している。ただし曲線 3 5 の状態においても、ブルーミング現象を抑制するためには、光電変換部 1 9 を囲む全ての領域の表面電位より光電変換部 1 9 と P 型領域 2 2 の接合電位の方が高くなるように、前記逆バイアス電圧を過ばねばならない。

次に、前述した光電変換部に蓄積される最大電荷量が任意に制御できる機能を使って、光電変換特性を制御する方法について説明する。まず、第 4 図は前記 P 型領域 2 2 と基板 1 5 間に印加すべき逆バイアス電圧の変化を示す図で、電荷蓄積期間の初期では第 3 図に示す電圧 V₂ に保持されているが、蓄積期間の途中の任意の時刻 t₁ で同図の実線で示すごとく前記電圧 V₂ よりも低い電圧 V₁ に変化する。第 5 図は第 4 図に示す逆バイアス電圧が印加されたときに光電変換部 1 9 に蓄積される電荷量と蓄積時間の関係を示す図で、逆バイアス電圧 V₂、V₁ のそれぞれに対応して蓄積される最大電荷量を Q₂、Q₁ としている。また曲線 5 0、5 1、5 2 はそれぞれ異なる入射光量に応

じて蓄積される電荷量の時間変化を示すものであり、それぞれの傾きが入射光量に対応している。すなわち傾きが大きいほど入射光量が大きいことを示している。同図において、曲線5.0に示す入射光量以下の光照射に対しては、入射光量と蓄積電荷量は比例している。すなわちガンマは1である。ところが曲線5.0と5.1の間の入射光量に対する蓄積電荷量は、最大電荷量 Q_2 で一旦飽和したのち、時刻 t_1 以降で再び蓄積が開始され、蓄積期間の終了時刻 t_2 で最大電荷量 Q_2 以下の電荷量となる。このことは、入射光量に対する蓄積電荷量の割合が、曲線5.0に示す入射光量以下の場合に比べて圧縮されていることを示している。次に、曲線5.1に示す入射光量以上の光照射、例えば曲線5.2に対する蓄積電荷量は、最大電荷量 Q_3 で必ず飽和する。以上に述べた入射光量と蓄積電荷量の関係をまとめると第6図の実線のごとくなる。ここでは比較のため、従来の光電変換特性を破線で示している。同図に示すごとく、本発明による光電変換制御方法によれば、入射光量に

対して蓄積電荷量が圧縮された領域6.0が存在するため、撮像可能な入射光量範囲を拡大することができる。すなわち、被写体コントラスト比が非常に大きい場合でも、出力される映像信号は規定値に抑えられるので、固体撮像装置の後段に設けられる映像信号処理回路で白圧縮、白クリップ等を行なう必要はない。なお第4図において、逆バイアス電圧を蓄積期間の時刻 t_1 から蓄積期間の終了時刻 t_2 の間で破線で示すごとく直線状に低くしても、前述したのと全く同様な光電変換特性が得られる。

第7図は本発明の他の実施例を説明するための図で、P型領域2.2と基板1.5間に印加する逆バイアス電圧を蓄積期間中の時刻 t_1 と t_2 とで、実線で示すごとく2回階段的に変化させるか、あるいは破線で示すごとく直線状の電圧変化の傾きを2回変化させている。第5図の説明に従うと、この場合の入射光量に対する蓄積電荷量の関係は、第8図に示すよう3点の折れ曲がり点a、b、cができる、撮像可能な入射光量範囲をさらに拡大

することができる。

以上説明したように本発明によれば、光電変換素子に蓄積できる最大電荷量以上の過剰電荷逆バイアス電圧を使って半導体基板に吸収する機能を備えた固体撮像装置において、電荷蓄積期間初期の逆バイアス電圧を蓄積期間終点時の電圧より大きくすることにより、ブルーミング現象のない撮像装置の光電変換特性を任意に制御できる。

なお、本発明による撮像装置の駆動において、再生画像の雜音を少なくするためには、第4図あるいは第7図に示す逆バイアス電圧の変化を水平ブランкиング期間中に行なわせるのが好ましい。

また、本実施例では二次元のインターライン転送方式撮像装置について説明したが他の方式の二次元撮像装置または一次元固体撮像装置にも適用できることは明らかである。

さらに、実施例ではNチャネル型半導体装置について説明したが各領域の導電型を反対にすることでPチャネル半導体装置に適用できることは言うまでもない。

図面の簡単な説明

第1図は電荷転送装置を用いた撮像装置の平面図、第2図は第1図に示すI—I線上的断面図、第3図は第2図に示すII-II線上的電位分布模式図、第4図と第7図は本発明に用いる逆バイアス電圧の時間変化を示す図、第5図は蓄積時間と蓄積電荷量の関係を示した本発明の動作を説明するための図、第6図と第8図は本発明により得られた撮像装置の光電変換特性の一例である。

図において、1.0は垂直シフトレジスタ、1.1、1.9は光電変換素子、1.2、1.8はトランジスタゲート電極、1.3は水平シフトレジスタ、1.4は信号電荷検出装置、1.5は半導体基板、1.6は絶縁層、1.7は垂直シフトレジスタの電荷転送電極、2.0はチャネルストップ領域、2.1は金属層、2.2は基板と反対の導電型をもち接合が浅い領域、2.3は基板と反対の導電型をもち接合が深い領域を示している。

代理人弁理士内原晋



